

5

Lauftrad für Pumpen

Die Erfindung betrifft ein Lauftrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, gemäss Oberbegriff von Anspruch 1, und eine Pumpe, insbesondere Radialpumpen, mit einem derartigen Lauftrad, sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Pumpe.

In Kreiselumpen mit einem oder mehreren Laufrädern kann die Resultierende aller auf das Lauftrad beziehungsweise die Laufräder einwirkenden Axialkräfte im Betrieb beachtliche Werte erreichen. Ohne zusätzliche Massnahmen würde diese Resultierende, die als Axialschub bezeichnet wird, über die Pumpenwelle auf die Lager übertragen und dieselben entsprechend stark belasten. Aus dem Stand der Technik sind geeignete konstruktive Massnahmen bekannt, um den Axialschub zu verringern, beispielsweise durch eine zweiströmige Pumpenanordnung mit spiegelsymmetrischer Ausbildung der Laufräder oder bei einströmigen Pumpen durch Anbringen von Dichtungsspalten auf beiden Seiten des Laufrades und Öffnungen im Lauftrad, welche die Saugseite mit der Rückseite des Laufrades verbinden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Pumpenwelle mittels einer geeigneten Entlastungseinrichtung, wie beispielsweise einem Entlastungsring oder -Kolben, vom Axialdruck zu entlasten.

Zur Charakterisierung eines Kreiselumpenlaufrades wird häufig die spezifische Drehzahl  $n_q$  verwendet, die sich in bekannter Weise aus

Förderstrom  $Q$ , Förderhöhe  $H$  und Drehzahl  $n$  berechnet. In Pumpen für kleine spezifische Drehzahlen  $n_q$  von beispielsweise kleiner  $15 \text{ min.}^{-1}$ , entsprechend einer vergleichsweise grossen Förderhöhen von beispielsweise grösser 50, 75 oder 150 m und vergleichsweise kleinen Fördermengen von  
5 beispielsweise kleiner 100, 50 oder  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ , insbesondere in derartigen Prozesspumpen, stellt sich das Problem, dass die oben angeführten Massnahmen für den Axialschubausgleich nur beschränkt eingesetzt werden können. So bedeutet eine zweiströmige Ausführung einer Pumpe für kleine Fördermengen einen beträchtlichen zusätzlichen Aufwand gegenüber einer  
10 einströmigen Ausführung. Ein Entlastungskolben ist ebenfalls vergleichsweise aufwändig und wird deshalb vorwiegend in grösseren, mehrstufigen Pumpen eingesetzt. Für eine einstufige Prozesspumpe werden normalerweise Dichtungsspalte auf beiden Seiten des Laufrades und Öffnungen im Laufrad vorgesehen. Ein Axialschubausgleich mittels Dichtungsspalte auf beiden  
15 Seiten des Laufrades und Öffnungen im Laufrad ist jedoch nur bei geschlossenen Laufrädern möglich. Bei geschlossenen Laufrädern mit kleinen spezifischen Drehzahlen  $n_q$  stellt sich das Problem der Herstellung, da die Austrittsbreiten derartiger Laufräder im Bereich weniger mm liegen und die Herstellung von geschlossenen Laufrädern mit kleinen Austrittsbreiten  
20 giesstechnisch schwierig und aufwändig ist.

Ein weiterer Nachteil geschlossener Laufräder sind die hohen Radreibungsverluste, (auch Radseitenreibungsverluste genannt) und Leckverluste, die derartige Laufräder bei kleinen spezifischen Drehzahl  $n_q$  aufweisen. Bei einer spezifischen Drehzahl  $n_q$  von beispielsweise  $8 \text{ min.}^{-1}$   
25 beträgt allein der Radreibungsverlust 30 % oder mehr. Geschlossene Laufräder für kleine spezifische Drehzahlen  $n_q$  weisen deshalb einen vergleichsweise tiefen Wirkungsgrad auf.

Aus den oben genannten Gründen werden Laufräder für spezifische Drehzahlen  $n_q$  kleiner 10 oder  $15 \text{ min.}^{-1}$  häufig halboffen ausgeführt. Dies hat  
30 giesstechnische Vorteile und die Radreibung halboffener Laufräder ist deutlich geringer als diejenige geschlossener Laufräder. Halboffene Laufräder für spezifische Drehzahlen  $n_q$  kleiner 10 oder  $15 \text{ min.}^{-1}$  haben jedoch den Nachteil, dass der Axialschubausgleich schwierig ist und die Radreibungsverluste immer noch sehr hoch sind.

Ein zusätzliches Problem von geschlossenen und halboffenen Laufrädern für kleine spezifische Drehzahlen  $n_q$  ist die Neigung zur Instabilität im Teillastbereich, d.h. derartige Laufräder weisen eine Kennlinie auf, die entweder instabil (entsprechend einer fallenden Kennlinie, wenn der Förderstrom Q gegen Null geht) oder nur knapp stabil ist (entsprechend einer Kennlinie ohne nennenswerten Anstieg, wenn Q gegen Null geht).

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, zur Verfügung zu stellen, das auch bei spezifischen Drehzahlen  $n_q$  unter  $15 \text{ min}^{-1}$  einen sicheren Axialschubausgleich ermöglicht, vergleichsweise günstig herstellbar ist, verglichen mit einem entsprechend dimensionierten geschlossenen oder halboffenen Laufrad geringere Radreibungsverluste aufweist und im Teillastbereich eine stabile Kennlinie besitzt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem derartigen Laufrad zur Verfügung zu stellen sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Pumpe.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch das in Anspruch 1 definierte Laufrad, und die in Anspruch 8 definierte Pumpe gelöst, sowie durch das in Anspruch 10 definierte Verfahren.

Das erfindungsgemässe Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, umfasst eine oder mehrere Schaufeln und zusätzlich eine Zwischenwand, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln vorgesehen sind. In der Zwischenwand des Laufrades ist mindestens ein Durchlass ausgebildet, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand zu verteilen. Vorzugsweise weist das Laufrad eine Saugseite auf, die in eingebautem Zustand des Laufrades zu einer Saugöffnung der Pumpe gerichtet ist, und vorzugsweise sind die Schaufeln auf der der Saugseite abgewandten Seite der Zwischenwand über den mindestens einen Durchlass mit der Saugseite verbunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Laufrad eine Nabe und in einem an die Nabe angrenzenden Bereich des Laufrades mehrere Durchlassöffnungen auf. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Laufrad zur Saugseite oder zu beiden Seiten hin offen. Vorzugsweise

umfassen die Schaufeln verkürzte Schaufeln, sogenannte Splitter Vanes. Vorzugsweise weist das Laufrad eine spezifische Drehzahl  $n_q$  im Bereich von 2 - 20 min.<sup>-1</sup>, insbesondere im Bereich von 5 - 12 min.<sup>-1</sup>, auf.

5 Vorzugsweise sind die Schaufelaustrittskanten auf der Saugseite und/oder auf der der Saugseite abgewandten Seite der Zwischenwand abgeschrägt. Vorteilhaft ist eine Abschrägung der Schaufeln auf der Saugseite, die zur Saugseite hin abfällt, während die Schaufeln auf der der Saugseite abgewandten Seite der Zwischenwand achsparallele Austrittskanten aufweisen. Die Abschrägung der Schaufelaustrittskanten unterstützt eine  
10 geordnete Zirkulation, was besonders im Teillastbereich vorteilhaft ist.

Vorzugsweise sind die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand so ausgebildet sind, dass bei Teillast eine geordnete Zirkulation entsteht und das Laufrad eine Kennlinie aufweist, die stetig steigt, insbesondere stetig und deutlich steigt, wenn der Förderstrom Q gegen Null geht. Vorzugsweise sind  
15 die Schaufeln dazu auf beiden Seiten der Zwischenwand unterschiedlich ausgebildet sind, beispielsweise indem die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand unterschiedliche Abschrägungen der Austrittskanten und/oder unterschiedliche Schaufelaustritswinkel  $\beta_2$  und/oder unterschiedliche Schaufelzahlen aufweisen.

20 Weiter umfasst die Erfindung eine Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem Laufrad gemäss oben stehender Beschreibung.

In dem erfindungsgemässen Verfahren zum Betrieb einer Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit mindestens einem Laufrad wird das Laufrad zusätzlich mit einer Zwischenwand versehen, an welcher auf beiden Seiten je  
25 eine oder mehrere Schaufeln vorgesehen sind, und mit mindestens einem Durchlass, welcher die beiden Seiten verbindet. Im erfindungsgemässen Verfahren wird ein gewünschter Förderstrom auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand verteilt, vorzugsweise indem ein Teil des Förderstromes durch den mindestens einen Durchlass von einer Seite der  
30 Zwischenwand auf die andere Seite geführt wird.

- Das erfindungsgemässe Laufrad hat den Vorteil, dass die Aufteilung des Förderstromes auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand einen sicheren Axialschubausgleich ermöglicht. Weiter zeichnet sich das Laufrad durch eine stabile Kennlinie und ein stabiles Teillastverhalten aus. In der
- 5 offenen Form ermöglicht das erfindungsgemässe Laufrad einen guten Wirkungsgrad, da die Radreibung, die insbesondere bei Laufrädern mit tiefen spezifischen Drehzahlen einen grossen Teil der Verluste ausmacht, vollständig wegfällt. Dank der offenen Form sind auch Schaufelaustrittsbreiten von wenigen mm sehr gut herstellbar beispielsweise mittels Giessen und/oder
- 10 Fräsen. Die Aufteilung des Förderstromes auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand ergibt eine reduzierte Schaufelbreite, was sich günstig auswirkt auf die Giessbarkeit und die Eigenfrequenz der Schaufeln. Bei Bedarf kann auch die Schaufeldicke gegenüber einem herkömmlichen Laufrad mit gleicher Förderhöhe und gleichem Förderstrom reduziert werden.
- 15 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Ansprüchen und der Zeichnung hervor.

Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der Ausführungsbeispiele und an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 20 Fig. 1a eine Schrägansicht eines Ausführungsbeispiels eines Laufrades gemäss vorliegender Erfindung,
- Fig. 1b das in Fig. 1a gezeigte Ausführungsbeispiel eines Laufrades von vorn,
- Fig. 2 eine Detailansicht einer Ausführungsvariante mit einer verkürzten Zwischenwand, und
- 25 Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel einer Prozesspumpe mit einem Laufrad gemäss vorliegender Erfindung.

Die Figuren 1a und 1b zeigen ein Ausführungsbeispiel eines Laufrades für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, gemäss vorliegender Erfindung. Das Laufrad 1 des Ausführungsbeispiels umfasst eine Nabe 4, eine



Zwischenwand 6, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere  
Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b vorgesehen sind, und einen Durchlass 3, der  
beispielsweise, wie in den Figuren 1a und 1b gezeigt, in Form von fünf  
Durchlassöffnungen ausgebildet ist, um einen gewünschten Förderstrom auf  
5 die Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 zu  
verteilen. Die Durchlassöffnungen sind im Ausführungsbeispiel in einem an  
die Nabe 4 angrenzenden Bereich des Laufrades ausgebildet.

Selbstverständlich sind auch andere Ausbildungen des Durchlasses 3  
möglich. Zweckmässigerweise weist das Laufrad 1 eine Saugseite 5a auf, die  
10 in eingebautem Zustand des Laufrades zu einer Saugöffnung der Pumpe  
gerichtet ist, und die Schaufeln 2b, 2'b auf der der Saugseite abgewandten  
Seite 5b der Zwischenwand sind über den Durchlass 3, d.h. in dem gezeigten  
Beispiel über die fünf Durchlassöffnungen, mit der Saugseite 5a verbunden.

Im Ausführungsbeispiel ist das Laufrad 1 zu beiden Seiten hin offen. Es ist  
15 aber auch möglich, dass das Laufrad nur auf einer Seite, beispielsweise der  
Saugseite 5a offen ist oder bei Bedarf auch geschlossen ist. Im  
Ausführungsbeispiel sind zwischen den Durchlassöffnungen und dem  
Radumfang verkürzte Schaufeln 2'a, 2'b, sogenannte Splitter Vanes  
vorgesehen. In einer Ausführungsvariante sind die Schaufelkanten am Austritt  
20 abgeschrägt. In der in den Figuren 1a und 1b gezeigten Variante sind die  
Schaufelaustrittskanten auf der Saugseite 5a doppelt abgeschrägt, einmal  
weisen sie eine Abschrägung zur Saugseite hin auf und zusätzlich noch eine  
druckseitige Profilierung (Verjüngung). Bei Bedarf können, wie in den Figuren  
1a und 1b gezeigt, die Schaufeleintrittskanten auf der Saugseite 5a mit einer  
25 saugseitige Profilierung versehen werden. Selbstverständlich ist es auch  
möglich, die Schaufelaustrittskanten auf der der Saugseite abgewandten  
Seite 5b abzuschrägen oder für beide Seiten zusammen eine gemeinsame  
Abschrägung vorzusehen, sowie ein- und/oder beidseitig achsparallele  
Schaufelaustrittskanten vorzusehen.

30 Im Ausführungsbeispiel verlaufen alle Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b gerade in  
radialer Richtung nach aussen. Der Schaufeleintrittswinkel  $\beta_1$  und der  
Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  betragen somit beide in erster Näherung  $90^\circ$ . Der  
tatsächliche Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  auf der Saugseite 5a ist in Folge der  
druckseitigen Profilierung der Schaufelaustrittskante geringfügig kleiner als

90°. Es ist jedoch auch möglich, gekrümmte Schaufeln mit einem Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  kleiner oder grösser als 90° vorzusehen. Mit Vorteil ist der Schaufeleintrittswinkel  $\beta_1$  kleiner als der Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  und vorzugsweise kleiner oder gleich 90°. Vorteilhafterweise weisen die Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b mindestens auf einer Seite, vorzugsweise auf der Saugseite 5a, eine Schaufeleintrittsbreite  $b_1$  auf, die grösser ist als die Schaufelaustrittsbreite  $b_2$ . Die Schaufeleintrittsbreiten  $b_1$  auf der Saugseite 5a und der der Saugseite abgewandten Seite 5b werden zweckmässigerweise derart bestimmt, dass eine gute Saugfähigkeit erhalten wird. Das Verhältnis der Schaufelbreiten auf der Saugseite 5a und der der Saugseite abgewandten Seite 5b kann in weiten Grenzen gewählt werden. In einer typischen Ausführungsvariante sind die Schaufelbreiten auf beiden Seiten annähernd gleich gross.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante weist das Laufrad 1 eine spezifische Drehzahl  $n_q$  im Bereich von 2 - 20 min.<sup>-1</sup> auf, vorzugsweise im Bereich von 7 - 12 min.<sup>-1</sup>.

In der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante umfasst das Laufrad eine Zwischenwand 6, deren Aussendurchmesser kleiner ist als der Aussendurchmesser des Laufrades. Auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 ist je eine Schaufel 2a, 2b ausgebildet, die sich am äusseren Ende vereinen, sodass die beiden Schaufeln eine gemeinsame Austrittskante 7 besitzen. Die Zwischenwand 6 und die Schaufeln 2a, 2b sind auf einer Nabe 4 angeordnet. Zusätzlich ist in einem an die Nabe 4 angrenzenden Bereich des Laufrades ein Durchlass 3 ausgebildet, der die beiden Seiten der Zwischenwand 6 fluidleitend verbindet. Da sich die Zwischenwand 6 in dieser Ausführungsvariante nur über einen Teil der Schaufellänge erstreckt, kann die Zwischenwand wahlweise auch als Zwischensteg bezeichnet werden.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Pumpe, vorzugsweise einer Prozesspumpe, mit einem Laufrad gemäss vorliegender Erfindung. Die Pumpe 10 des vorliegenden Ausführungsbeispiels umfasst ein Laufrad 1, beispielsweise ein offenes Laufrad gemäss dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel, mit einer Nabe 4, einer Zwischenwand 6, an der auf beiden Seiten je Schaufeln 2a, 2b vorgesehen sind, und mit einem Durchlass

3, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln 2a, 2b auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 zu verteilen. Weiter umfasst die Pumpe 10 ein Gehäuse 11, eine Eintritts- oder Saugöffnung 12, einen Ringkanal 17a, der aussen an das Laufrad 1 anschliesst, einen Diffusoreinsatz 17 und einen Ringraum 17b der in einen Austritts- oder Druckstutzen 13 mündet. Mittels eines geänderten Einsatzes 17 kann auch eine Spirale oder ein Ringraum erzeugt werden, die direkt mit dem Austritts- oder Druckstutzen 13 verbunden sind. Durch Anpassung des Diffusoreinsatzes 17 ist es möglich, den bei Pumpen mit tiefen spezifischen Drehzahlen meist beträchtlichen Radialschub auszugleichen. Selbstverständlich kann als Leitvorrichtung auch ein gegossenes Gehäuse ohne auswechselbaren Einsatz verwendet werden.

Weiter umfasst die Pumpe eine Welle 14, eine Wellenabdichtung 15, beispielsweise eine Stopfbuchse, und Lager 16a, 16b zur Lagerung der Welle. Die Lager 16a, 16b sind im Ausführungsbeispiel als Kugellager ausgeführt, die je nach Ausführung neben radialen auch axiale Kräfte aufnehmen können. In Fig. 3 sind z.B. die Lager 16b rechts im Bilde speziell zu Aufnahme von radialen und axialen Kräften ausgebildet, sodass eine allfällige, nicht vollständig ausgeglichene Restkomponente des Axialschubes problemlos aufgenommen werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens zum Betrieb einer Pumpe, beispielsweise einer Pumpe gemäss dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel, mit mindestens einem Laufrad wird das Laufrad 1 zusätzlich mit einer Zwischenwand 6 versehen, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln 2a, 2b vorgesehen sind, und mit einem Durchlass 3, welcher die beiden Seiten der Zwischenwand 6 fluidleitend verbindet. In dieser Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird ein gewünschter Förderstrom auf die Schaufeln 2a, 2b auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 verteilt, indem ein Teil des Förderstromes, beispielsweise zwischen 5 und 75 % und vorzugsweise etwa 50% durch den Durchlass 3 von einer Seite der Zwischenwand 6 auf die andere Seite geführt wird. Der Förderstrom des Laufrades 1 wird mit Vorteil so auf die Schaufeln 2a, 2b auf beiden Seiten aufgeteilt, dass der Axialschub ausgeglichen wird. Die oben beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemässen



Verfahrens kann sowohl in einstufigen als auch in mehrstufigen Pumpen angewendet werden.

Das erfindungsgemässe Laufrad hat den Vorteil, dass die Aufteilung des Förderstromes auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand einen  
5 einfachen und praktisch vollständigen Axialschubausgleich ermöglicht. Weiter zeichnet sich das oben beschriebene Laufrad durch eine stabile Kennlinie und einen guten Wirkungsgrad aus. Das erfindungsgemässe Laufrad kann sowohl in einstufigen als auch in mehrstufigen Pumpen eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, welches Laufrad (1) eine oder mehrere Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) umfasst, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass das Laufrad (1) zusätzlich eine Zwischenwand (6) umfasst, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) vorgesehen sind, und  
dass in der Zwischenwand (6) mindestens ein Durchlass (3) ausgebildet ist, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 10 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand zu verteilen.
2. Laufrad nach Anspruch 1, wobei das Laufrad (1) eine Saugseite (5a) aufweist, die zu einer Saugöffnung der Pumpe gerichtet ist, wobei die Schaufeln (2b, 2'b) auf der der Saugseite abgewandten Seite (5b) der Zwischenwand (6) über den mindestens einen Durchlass (3) mit der 15 Saugseite (5a) verbunden sind.
3. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Laufrad (1) eine Nabe (4) aufweist, und wobei mehrere Durchlassöffnungen (3) in einem an die Nabe (4) angrenzenden Bereich des Laufrades (1) ausgebildet sind.
- 20 4. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Laufrad (1) zur Saugseite (5a) oder zu beiden Seiten (5a, 5b) hin offen ist, und/oder wobei die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) zusätzlich verkürzte Schaufeln (2'a, 2'b), sogenannte Splitter Vanes, umfassen.
5. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die 25 Schaufelaustrittskanten (7) auf der Saugseite (5a) und/oder auf der der Saugseite abgewandten Seite (5b) der Zwischenwand (6) abgeschrägt sind, insbesondere derart, dass die Schaufeln (2a, 2'a) auf der Saugseite (5a) in radialer Richtung am kürzesten sind, während die Schaufeln (2b, 2'b) auf der der Saugseite abgewandten Seite (5b) der 30 Zwischenwand (6) achsparallele Austrittskanten aufweisen.

- 5 6. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) so ausgebildet sind, dass bei Teillast eine geordnete Zirkulation entsteht und das Laufrad eine Kennlinie aufweist, die stetig steigt, insbesondere stetig und deutlich steigt, wenn der Förderstrom Q gegen Null geht.
- 10 7. Laufrad nach Anspruch 6, wobei die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) unterschiedlich ausgebildet sind, insbesondere dass die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) unterschiedliche Abschrägungen der Austrittskanten und/oder unterschiedliche Schaufelaustritswinkel  $\beta_2$  und/oder unterschiedliche Schaufelzahlen aufweisen.
8. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Laufrad (1) eine spezifische Drehzahl  $n_q$  im Bereich von 2 - 20 min.<sup>-1</sup>, insbesondere im Bereich von 5 - 12 min.<sup>-1</sup>, aufweist.
- 15 9. Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem Laufrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
10. Verfahren zum Betrieb einer Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem Laufrad (1), dadurch gekennzeichnet,
- 20 dass das Laufrad (1) zusätzlich mit einer Zwischenwand (6), an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) vorgesehen sind, und mit mindestens einem Durchlass (3) versehen wird, welcher die beiden Seiten verbindet, und
- 25 dass ein gewünschter Förderstrom auf die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) verteilt wird, insbesondere indem ein Teil des Förderstromes durch den mindestens einen Durchlass (3) von einer Seite der Zwischenwand auf die andere Seite geführt wird.

Fig.1a

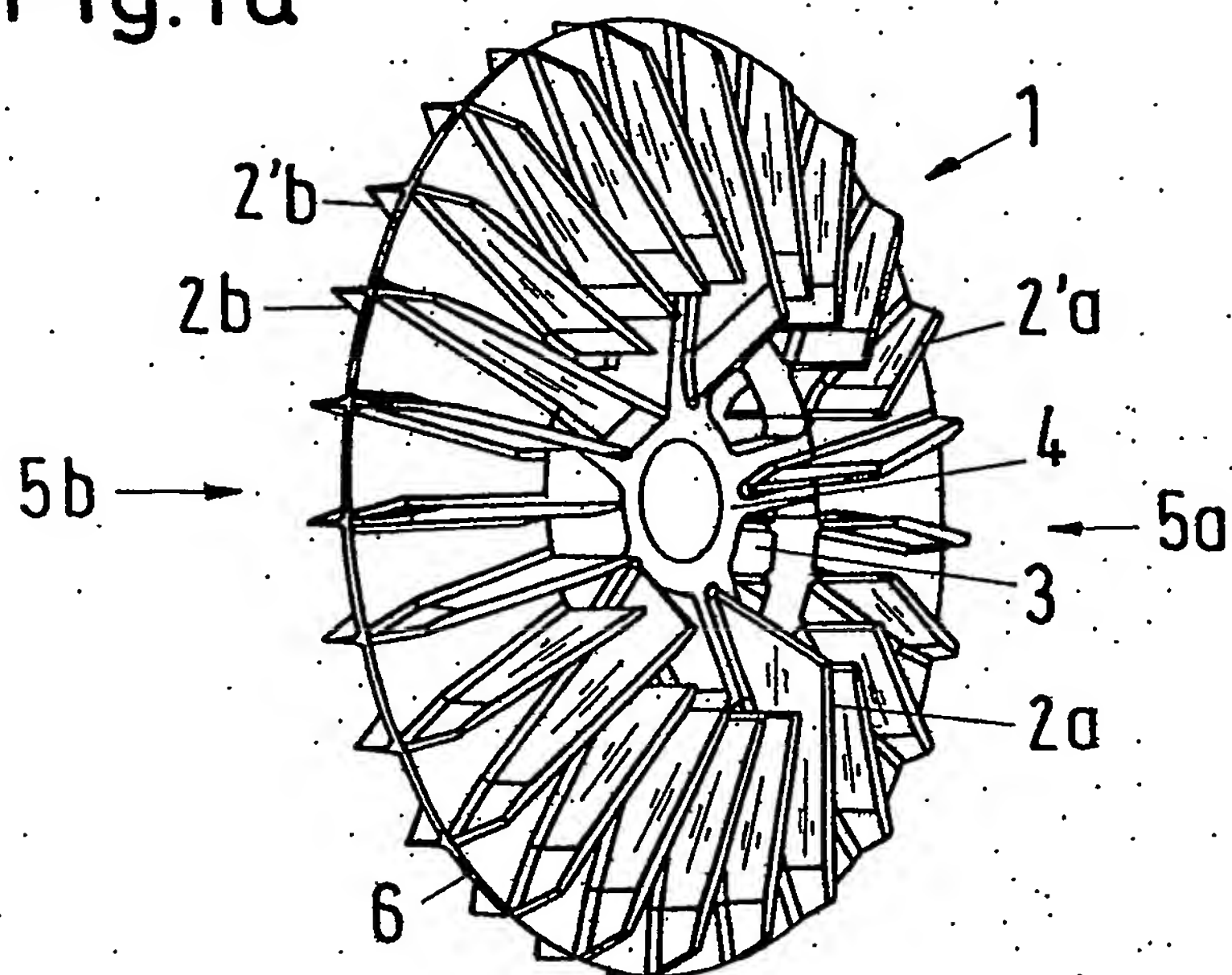


Fig.1b

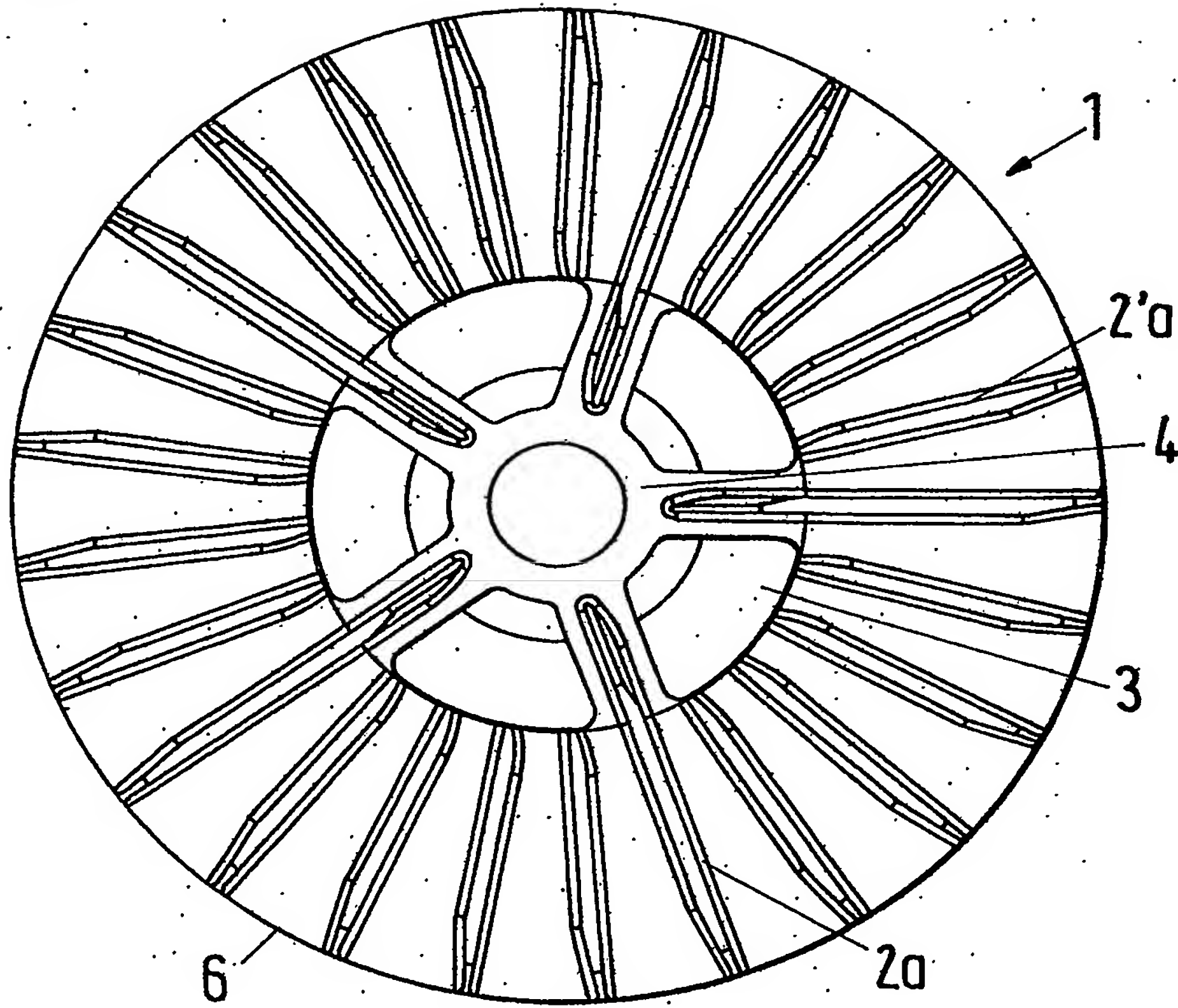
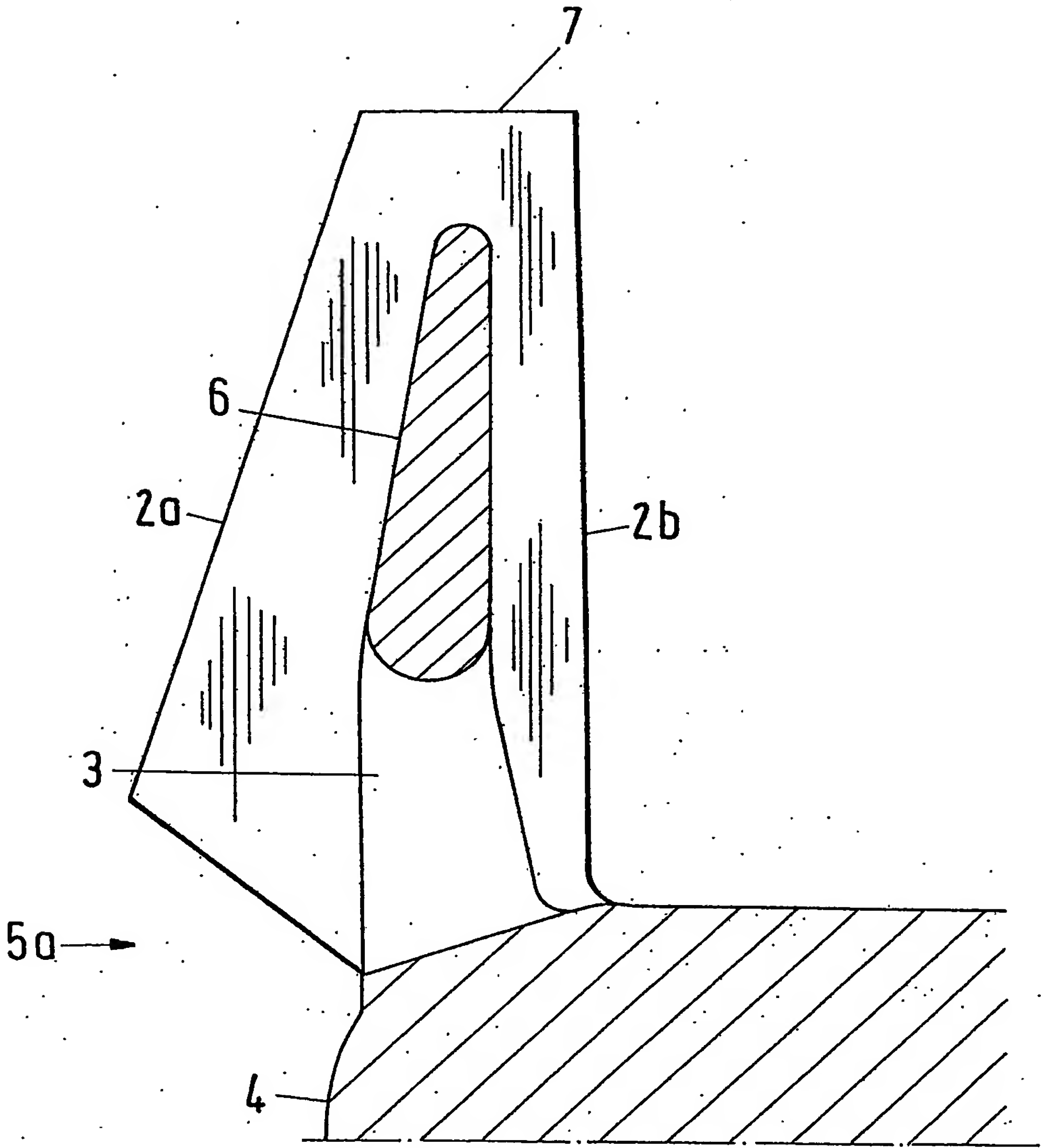


Fig. 2





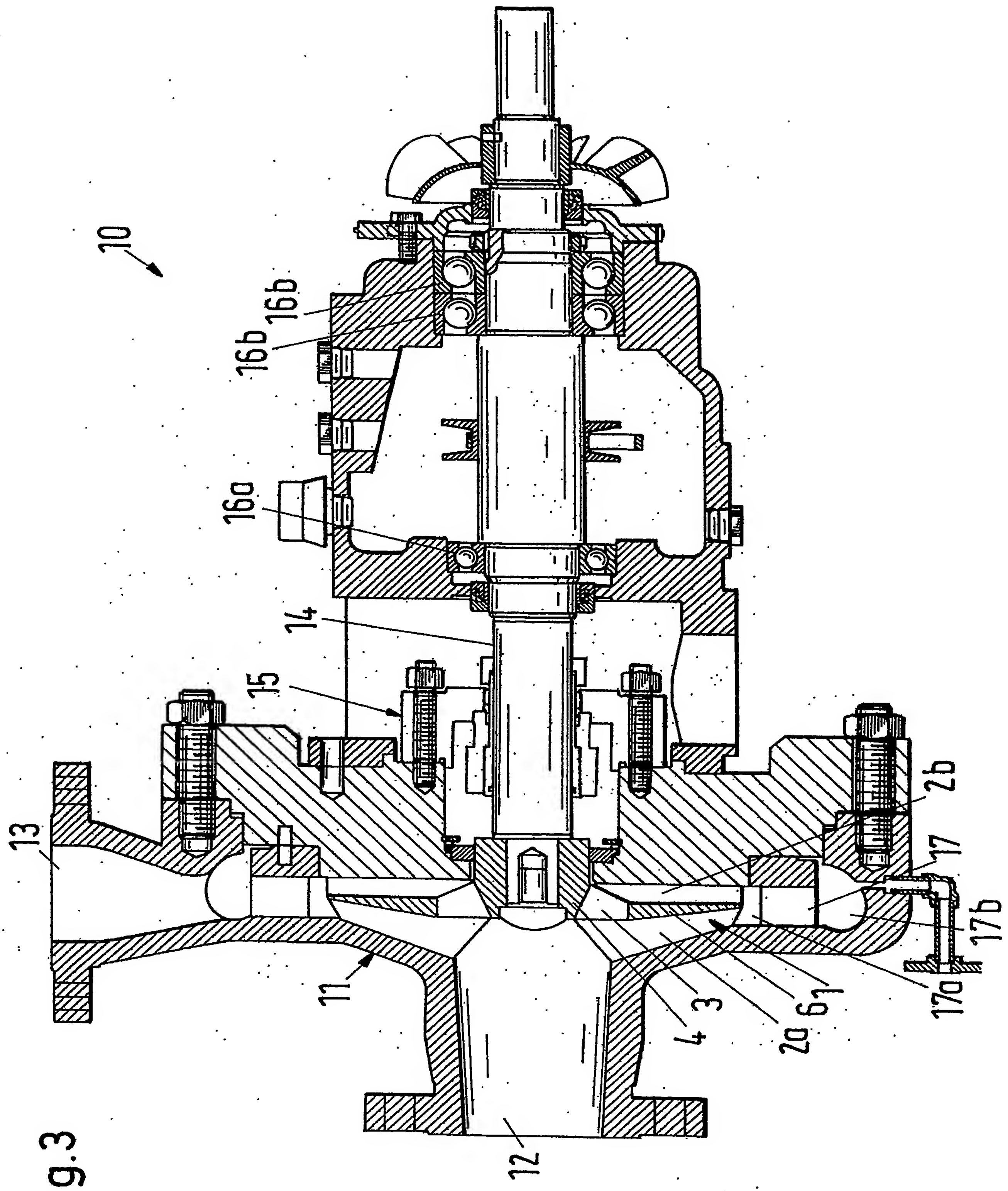


Fig.3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH2004/000420

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F04D29/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 658 455 A (SEINFELD LUDWIK R) 10 November 1953 (1953-11-10) column 1, line 43 -column 2, line 34; figure 2 ---	1-3,5-7, 9,10
X	US 564 897 A (ORTON FREDERICK; RICHARDS JOHN) 28 July 1896 (1896-07-28) page 1, line 32 - line 74; claim 1; figure 1 ---	1,3,5-7, 9,10
X	US 1 867 290 A (VITU JAMES E) 12 July 1932 (1932-07-12) page 1, line 42 -page 2, line 57; figure 1 ---	1-3,6, 8-10
X	EP 0 112 462 A (ITT IND GMBH DEUTSCHE ;ITT (US)) 4 July 1984 (1984-07-04) page 6, paragraph 2 -page 7, paragraph 1; figure 3 ---	1-3,5-10
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2004

Date of mailing of the international search report

22/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Di Giorgio, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH2004/000420

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 478 691 A (HENRY JOHN W) 18 November 1969 (1969-11-18) column 2, line 57 -column 3, line 20; claim 1; figure 1 -----	1-3, 5-7, 9, 10
X	US 4 060 337 A (BELL III ALBERT H) 29 November 1977 (1977-11-29) column 5, line 37 -column 7, line 68; figure 6 -----	1-3, 5, 7, 9, 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2004/000420

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2658455	A	10-11-1953	NONE	
US 564897	A		NONE	
US 1867290	A	12-07-1932	NONE	
EP 0112462	A	04-07-1984	US 4538959 A	03-09-1985
			AU 557987 B2	15-01-1987
			AU 2069983 A	10-05-1984
			DE 3364534 D1	21-08-1986
			EP 0112462 A1	04-07-1984
			JP 59099095 A	07-06-1984
US 3478691	A	18-11-1969	NONE	
US 4060337	A	29-11-1977	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2004/000420

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F04D29/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F04D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 658 455 A (SEINFELD LUDWIK R) 10. November 1953 (1953-11-10) Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 34; Abbildung 2	1-3, 5-7, 9, 10
X	US 564 897 A (ORTON FREDERICK; RICHARDS JOHN) 28. Juli 1896 (1896-07-28) Seite 1, Zeile 32 - Zeile 74; Anspruch 1; Abbildung 1	1, 3, 5-7, 9, 10
X	US 1 867 290 A (VITU JAMES E) 12. Juli 1932 (1932-07-12) Seite 1, Zeile 42 - Seite 2, Zeile 57; Abbildung 1	1-3, 6, 8-10
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. September 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Di Giorgio, F



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH2004/000420

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 112 462 A (ITT IND GMBH DEUTSCHE ;ITT (US)) 4. Juli 1984 (1984-07-04) Seite 6, Absatz 2 -Seite 7, Absatz 1; Abbildung 3 ---	1-3,5-10
X	US 3 478 691 A (HENRY JOHN W) 18. November 1969 (1969-11-18) Spalte 2, Zeile 57 -Spalte 3, Zeile 20; Anspruch 1; Abbildung 1 ---	1-3,5-7, 9,10
X	US 4 060 337 A (BELL III ALBERT H) 29. November 1977 (1977-11-29) Spalte 5, Zeile 37 -Spalte 7, Zeile 68; Abbildung 6 -----	1-3,5,7, 9,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH2004/000420

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2658455	A	10-11-1953	KEINE		
US 564897	A		KEINE		
US 1867290	A	12-07-1932	KEINE		
EP 0112462	A	04-07-1984	US	4538959 A	03-09-1985
			AU	557987 B2	15-01-1987
			AU	2069983 A	10-05-1984
			DE	3364534 D1	21-08-1986
			EP	0112462 A1	04-07-1984
			JP	59099095 A	07-06-1984
US 3478691	A	18-11-1969	KEINE		
US 4060337	A	29-11-1977	KEINE		